

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Westendarp, Andreas**

## **Einhaltung der Frischbetontemperatur bei massigen Betonbauteilen**

BAWBrief

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/100493>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Westendarp, Andreas (2008): Einhaltung der Frischbetontemperatur bei massigen Betonbauteilen. In: BAWBrief 2/2018. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 1-8.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





## BAW-Brief Nr. 2 - März 2008

### 596 – B

### Einhaltung der Frischbetontemperatur bei massigen Betonbauteilen

#### 1. Problemstellung

Zur Begrenzung von Spannungen aus frühem Zwang infolge Hydratationswärme wird für massige Bauteile gemäß ZTV-W LB 215 [1] die absolute Temperatur im Bauteil nach dem Einbringen des Betons und der anschließenden Erhärtungsphase begrenzt (siehe Tabelle 1). Diese Begrenzung der Bauteiltemperatur erfolgt expositionsclassenspezifisch, da gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [2] je nach Expositionsclassen unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich des Mindestzementgehaltes einzuhalten sind.

Die Absoluttemperatur im Bauteil wird, abgesehen von den Randbedingungen für den Wärmeabfluss, wesentlich beeinflusst von der Frischbetontemperatur und von der adiabatischen Wärmeentwicklung der gewählten Betonrezeptur (Zementart, Zementgehalt etc.). Sie entspricht in grober Näherung der Summe dieser bei-

den Kenngrößen. Zumindest in der wärmeren Jahreszeit sind niedrige Frischbetontemperaturen anzustreben, da hierdurch einerseits die „Temperatureinstiegsbasis“ und andererseits die Reaktionsgeschwindigkeit und damit die Wärmefreisetzung im jungen Alter gering gehalten werden.

Die Frischbetontemperatur wird in der aktuellen ZTV-W LB 215 (2004) auf maximal 25 °C beschränkt. Für Betone der Expositionsclassen XF3 (Schleusenkamerwände etc.) lässt die ZTV-W LB 215 beispielsweise eine adiabatische Wärmeentwicklung des Betons von bis zu 41 K zu, wobei die Höchsttemperatur im Bauteil 61 °C nicht überschreiten darf (siehe Tabelle 1). Die volle Ausnutzung der zulässigen adiabatischen Wärmeentwicklung von 41 K hätte allerdings zur Folge, dass der Beton bereits bei Frischbetontemperaturen über 20 °C gekühlt werden muss. Derartige Frischbetontemperaturen werden aber insbesondere im Sommerhalbjahr regelmäßig erreicht bzw. überschritten. Anzustreben sind deshalb (ggf. abgesehen von Betonagen im Winter) Rezepturen mit geringerer adiabatischer Wärmeentwicklung (bei XF3-Betonen  $\leq 36$  K),

1	2	3	4	5
Beton mit Expositionsclassen	Beispiel (informativ)	$\Delta T_{\text{qadiab},7d}$	$\Delta T_{\text{qadiab},7d} + T_{\text{Beton}}$	$f_{\text{cm},28d}^{1)}$
	---	K	°C	N/mm <sup>2</sup>
XC1 / XC2	Schleusensohle	$\leq 31$	$\leq 53$	$\leq 41$
XC1 / XC2 + XA1	Schleusensohle in chemisch schwach angrenzender Umgebung	$\leq 36$	$\leq 56$	$\leq 46$
XC 1...4 + XF3 (+ XM1)	Schleusenkamerwand zwischen UW und OW	$\leq 41$	$\leq 61$	$\leq 46$
XC 1...4 + XF4 + XS3 + XA2 (+ XM1)	Vertikale Flächen im Wasserwechselbereich von Meerwasser	$\leq 43$	$\leq 63$	$\leq 46$
XC 1...4 + XF4 + XD3 (+ XM1)	Horizontale Flächen mit Tausalzbeanspruchung	$\leq 43$	$\leq 63$	$\leq 46$
1) Hinsichtlich des Zeitpunktes für den Nachweis der Festigkeitsklasse siehe Abschnitt 5.5				

Tabelle 1: Anforderungen an Betone für massige Bauteile (Abmessung > 0,80 m) gemäß ZTV-W LB 215, Tabelle 2.2

da hierdurch eine Frischbetonkühlung erst bei Überschreitung einer Frischbetontemperatur von 25 °C erforderlich wird.

Die Frischbetonkühlung mittels flüssigem Stickstoff ist derzeit als Position im STLK LB 215 [2] verankert und wurde bei verschiedenen Baumaßnahmen auch ausgeschrieben.

In der Praxis kam es in den letzten Jahren immer wieder zu Problemen bei der Einhaltung der zulässigen Frischbetontemperatur, deren Ursachen zumeist auf folgende Aspekte zurückzuführen sind:

- Einkauf/Verwendung von Betonausgangsstoffen durch den Auftragnehmer, welche für massige Bauteile weniger geeignet sind.
- Verzicht auf die Verwendung von Flugasche wegen vermeintlicher Probleme in Verbindung mit Luftporenbildnern seitens des Auftragnehmers. Die Festlegung der Temperaturgrenzen in der ZTV-W LB 215 erfolgte für Betone mit 270 bis 290 kg/m<sup>3</sup> Zement unter der Annahme, dass Zement teilweise durch Flugasche ersetzt wird, welche im jungen Alter keinen signifikanten Beitrag zur Hydratationswärme-freisetzung liefert. Bei Verzicht auf Flugasche sind bei massigen Bauteilen gemäß [3] aber Mindestzementgehalte von 300 kg/m<sup>3</sup> einzuhalten.
- Geringer werdende Verfügbarkeit geeigneter Zemente mit einer Wärmeentwicklung zwischen etwa 220 und 270 J/g. Die am Markt verfügbaren Zemente sind heute vielfach so ausgelegt, dass sie zwei benachbarten Zementklassen zugeordnet werden können (z. B. Z 32,5 und Z 42,5; damit Z 32,5 hinsichtlich seiner Eigenschaften am oberen Rand der zulässigen Bandbreite).
- Ausnutzung des Spielraums für die adiabatische Temperaturerhöhung des Betons seitens des Auftragnehmers, weswegen Frischbetontemperaturen < 25 °C erforderlich werden.
- Fehlender wirtschaftlicher Anreiz für den Auftragnehmer zur Durchführung sonstiger Maßnahmen zur Reduzierung der Frischbetontemperatur wie Begrenzung der Zementtemperatur, Beschattung der Zuschläge oder Optimierung der Betonrezeptur, wenn ausschließlich die Frischbetonkühlung mittels Stickstoff gesondert ausgeschrieben und vergütet wird (s. o.).

## 2. Lösungsansätze

Die Gesamtproblematik wurde im Sommer 2007 im Rahmen einer Arbeitsgruppe aus Vertretern der Neubauämter der WSV und der BAW erörtert. Hier wurden einvernehmlich folgende Aussagen getroffen:

1. Die in früheren Fassungen der ZTV-W LB 215 enthaltene Begrenzung der adiabatischen Wärmeentwicklung des Zements auf maximal 270 J/g (LH-Zemente gemäß EN 197-1, A1-Änderung) soll wieder in den Bauvertrag aufgenommen werden. Hiermit soll in einer sehr frühen, insbesondere kaufmännisch bestimmten Phase in der Abwicklung der Baumaßnahme (Einkauf der Betonausgangsstoffe) sichergestellt werden, dass nur Zemente zum Einsatz kommen, mit denen die Einhaltung der zulässigen adiabatischen Wärmeentwicklung des Betons auch tatsächlich realisierbar ist.  
*Anmerkung: Die BAW hat geprüft, ob durch diese Forderung die Verwendung im Wasserbau bewährter Zemente beeinträchtigt wird. Nach einer ersten Übersicht sind von den in Deutschland überwachten knapp 500 Zementen etwa 10 % als LH-Zemente einzustufen. Am Markt sind derzeit ein CEM I, kein CEM II, 20 CEM III/A und 30 CEM III/B als LH-Zemente verfügbar (Stand Juni 2007).*
2. Die Begrenzung der Frischbetontemperatur gemäß ZTV-W LB 215 auf maximal 25 °C bei massigen Bauteilen soll beibehalten werden.
3. Die Vorgaben zur Begrenzung der adiabatischen Temperaturerhöhung des Betons und zur Begrenzung der Bauteiltemperatur gemäß ZTV-W LB 215 für massige Bauteile sollen beibehalten werden.
4. Die BAW wird die bereits begonnene Datensammlung zu Betonen für Sohlen und Kammerwände von Schleusen bzw. für vergleichbare massige Bauteile ergänzen und fortführen.
5. Eine Ausschreibung der Frischbetonkühlung mittels Stickstoff unter Verwendung der entsprechenden Positionen des STLK LB 215 sollte künftig vermieden werden, da hierdurch das Interesse des Auftragnehmers bzw. des Transportbetonherstellers an der Realisierung alternativer Maßnahmen minimiert wird. Außerdem ist die Kühlung großer Frischbetonkubaturen um mehrere Kelvin mittels Stickstoff zeitaufwändig und technisch nur schwer realisierbar.
6. Der Vorschlag der BAW, wonach die Aufwendungen zur Einhaltung der zulässigen Frischbetontemperatur bei Betonen für massige Bauteile nur bei Überschreitung bestimmter Tagesmitteltemperaturkonstellationen gesondert vergütet werden sollen, wird grundsätzlich akzeptiert.
7. Die Wahl der Maßnahmen zur Einhaltung der zulässigen Frischbetontemperatur soll dem Auftragnehmer überlassen bleiben.
8. Die Vorgehensweise gemäß Pkt. 6 soll erstmals bei der Ausschreibung zum Neubau der Schleuse Wusterwitz (WNA Magdeburg) realisiert werden.  
*Anmerkung: Diese Ausschreibung wurde Anfang 2008 veröffentlicht.*
9. Der Vorschlag, vom Auftragnehmer für Betonagen im Sommerhalbjahr künftig zwingend „Sommerrezepturen“ zu fordern, mit denen die Realisierung einer Frischbetontemperatur von 25 °C möglich wird (Begrenzung der adiabatischen Wärmeentwicklung

auf 31 K für Sohlbetone bzw. auf 36 K für Kammerwandbetone üblicher Exposition) wird derzeit nicht weiterverfolgt, weil die Umsetzung des Vorschlages gemäß Pkt. 6 den Auftragnehmer bzw. dessen Transportbetonlieferanten aller Voraussicht nach sowieso zur Konzipierung derartiger Betone „animieren“ wird.

10. Gemäß ZTV-W LB 215 sind Erst- bzw. Eignungsprüfungen für alle Betone zu führen, die eingesetzt werden sollen. Dies gilt auch für den Fall, dass für gleiche Bauteile (gleiches Expositionsclassenspektrum) über das Jahr hinweg unterschiedliche Betone verwendet werden (sog. Sommer- bzw. Winterrezepturen).
11. Die Festlegungen gemäß Pkt. 1 bis Pkt. 7 sollen ausdrücklich nur für massige Bauteile (z. B. Sohlen und Kammerwände von Schleusen) Anwendung finden. Für die anstehenden Baumaßnahmen der WSV sollten diese Festlegungen aber möglichst WSV-einheitlich umgesetzt werden. Vorgehensweise und etwaiger Handlungsbedarf bei Betonvorsatzschalen gemäß ZTV-W LB 219 (Betoninstandsetzung) werden von BAW und WSA Heidelberg, welches derzeit insbesondere mit solchen Maßnahmen befasst ist, gesondert erörtert.

Der Vorschlag gemäß Pkt. 6 basiert auf einem Ansatz in der Österreichischen Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke [4], der von der BAW modifiziert worden ist. Nach diversen Abstimmungsgesprächen zwischen Vertretern aus den Neubauämtern und der BAW wird für die Erstellung massiger Bauteile (Abmessung > 0,80 m) gemäß ZTV-W LB 215 nunmehr folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Ausschreibung einer Zulage für Aufwand zur Einhaltung der Frischbetontemperatur gemäß ZTV-W LB 215 an der Übergabestelle und an der Einbaustelle.
- Aufwand wird nur vergütet, wenn der Mittelwert MW3T der Tagesmitteltemperaturen vom Betoniertag und den beiden Vortagen mindestens +20,0 °C beträgt.
- Die Vergütung erfolgt in diesem Fall je am Betoniertag (0 bis 24 Uhr) eingebauten m<sup>3</sup> Frischbeton in Abhängigkeit von der Höhe des Mittelwertes MW3T.
- Bestimmung der Tagesmitteltemperaturen im Regelfall auf Basis der Daten von der der Baustelle nächstgelegenen Station des Deutschen Wetterdienstes.
- Maßnahmen zur Einhaltung der Frischbetontemperatur erfolgen nach Wahl des Auftragnehmers.

Die Festlegung des Grenzwertes von +20,0 °C für MW3T erfolgte in 2007 auf Basis einer statistischen Auswertung von Klimadaten für fünf ausgewählte deutsche Städte und für fünf ausgewählte Jahre. Kriterien für die Auswahl der Jahre war die Tagesmitteltemperatur TM in Karlsruhe:

- 1977: kältestes Jahr in Bezug auf TM
- 1986: durchschnittliches Jahr in Bezug auf TM
- 1998: durchschnittliches Jahr in Bezug auf TM
- 2003: heißestes Jahr in Bezug auf TM
- 2006: aktuellste Daten

In Tabelle 2 wird exemplarisch für diese Auswertung die Wahrscheinlichkeit aufgezeigt, dass MW3T im (temperaturkritischsten) Monat Juli einen Wert von 19, 20 bzw. 21 °C überschreitet.

		Karlsruhe	Düsseldorf	Potsdam	Rostock	Kempten
>19 °C	1977	84	73	54	0	34
	1986	86	86	77	64	41
	1998	73	26	34	26	41
	2003	99	91	94	91	69
	2006	100	100	100	100	98
>20 °C	1977	80	64	26	0	9
	1986	84	64	69	48	26
	1998	59	9	34	26	34
	2003	98	73	86	64	48
	2006	100	100	100	98	93
>21 °C	1977	59	41	9	0	0
	1986	80	59	69	26	0
	1998	48	9	34	9	26
	2003	93	69	69	26	26
	2006	100	99	100	96	78

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit Überschreitung MW3T im Monat Juli in % (grün bis 50 %)

Der o. g. Ansatz soll im Zuge der anstehenden Neubaumaßnahmen der WSV realisiert und bei Bewährung mittelfristig in ZTV-W LB 215 und zugehörigen STLK übernommen werden. Nachfolgend wird ein Vorschlag zur Umsetzung dieses Konzeptes im Rahmen einer Ausschreibung skizziert und anhand eines Beispiels erläutert. Dieser Vorschlag wurde prinzipiell bereits bei der Anfang 2008 veröffentlichten Ausschreibung für den Neubau der Schleuse Wusterwitz umgesetzt.

### 3. Textbausteine für die Ausschreibung

#### 3.1 Ergänzung zur Baubeschreibung für massige Bauteile (Abmessung > 0,80 m) gemäß ZTV-W LB 215

##### Zemente

Für massige Bauteile (Abmessung > 0,80 m) dürfen nur Zemente mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (LH-Zemente gemäß DIN EN 197-1) verwendet werden.

##### Einhaltung Frischbetontemperatur

Für massige Bauteile (Abmessung > 0,80 m) sind die zur Einhaltung der zulässigen Frischbetontemperaturen an der Übergabestelle (ZTV-W LB 215 (62)) und an der Einbaustelle (ZTV-W LB 215 (166)) erforderlichen Maßnahmen in die entsprechenden Betonpositionen einzurechnen.

Eine Zulage zur Berücksichtigung besonderer klimatischer Randbedingungen ist bei massigen Bauteilen (Abmessung > 0,80 m) nur vorgesehen, wenn der **Mittelwert MW3T der Tagesmitteltemperaturen** vom Betoniertag und den beiden Vortagen mindestens +20,0 °C beträgt. Die Vergütung erfolgt in diesem Fall je am Betoniertag (0 bis 24 Uhr) eingebautem m<sup>3</sup> Frischbeton in Abhängigkeit von der Höhe von MW3T.

Maßgeblich für die Abrechnung sind die Tagesmitteltemperaturen der Station xxx des Deutschen Wetterdienstes. Diese Daten sind vom Auftragnehmer beizubringen und dem Auftraggeber als Abrechnungsgrundlage aufbereitet vorzulegen.

##### Hinweise an den Ausschreibenden:

*Nächstgelegene bzw. maßgebliche Station des DWD in Baubeschreibung angeben!*

*Informationen zu Stationen und Daten finden Sie auf den Internetseiten des DWD unter Klima+Umwelt/Klimadaten.*

*Achtung: Der Internet-Auftritt des DWD wurde kürzlich geändert. Nachstehend die weiteren Navigations-schritte zu folgenden Punkten:*

- *Frei zugängliche Daten von Wetterstationen des DWD*  
Portlet: Daten Online - frei  
Navigation: Klimadaten Deutschland, Tageswerte
- *Ansicht aller Klimastationen*  
Portlet: Stationsinformationen  
Navigation: Messnetzkarten
- *Komplette Liste aller DWD-Stationen*  
Portlet: Stationsinformationen  
Navigation: Stationsliste
- *Stationsinformation*  
Portlet: Stationsinformationen
- *Bestellformular*  
Portlet: Datenservice  
Navigation: Kontakt

*Im Leistungsverzeichnis sind Positionen für die o. g. Zulage, gestaffelt nach der Höhe des Mittelwertes MW3T der Tagesmitteltemperaturen vom Betoniertag und den beiden Vortagen, vorzusehen. Der Standardleistungstext in Abschnitt 3.2 geht davon aus, dass die Zulage bauteilübergreifend für die gesamte Bauzeit gilt. Alternativ können auch bauteil- bzw. positionsbezogene Zulagepositionen vorgesehen werden.*

*Um die zugehörigen Betonkubaturen bereits in der Ausschreibung möglichst realitätsnah angeben zu können, sollten folgende Betrachtungen angestellt werden (ein entsprechendes Beispiel findet sich in Abschnitt 4):*

1. *Einholung der Tagesmitteltemperaturen an der gemäß Bauvertrag für die Baumaßnahme maßgeblichen Station des DWD für die letzten 10 Jahre.*
2. *Ermittlung der Monate, an denen die Tagesmitteltemperatur an wenigstens einem Tag mindestens 20,0 °C betragen hat.*
3. *Ermittlung der durchschnittlichen Anzahl von Tagen innerhalb dieser Monate, an denen die Tagesmitteltemperatur während der letzten 10 Jahre innerhalb bestimmter Bandbreiten (20,0 °C bis 20,9 °C, 21,0 °C bis 21,9 °C usw.) gelegen hat.*
4. *Abschätzung der Betonkubaturen für massige Bauteile für die einzelnen Monate gemäß Pkt. 2 für die geplante Bauzeit. Bei Bauzeiten von mehr als einem Jahr Addition der Betonkubaturen für den einzelnen Monat (z. B. Betonkubatur August = Betonkubatur August 2008 + Betonkubatur August 2009).*
5. *Aufteilung der Betonkubaturen für den jeweiligen Monat gemäß Pkt. 4 auf die Temperaturbandbreiten gemäß Pkt. 3 entsprechend der zugehörigen Anzahl der Tage.*
6. *Aufsummierung der Betonkubaturen für die einzelnen Temperaturbandbreiten und Erstellung einer Zulagepositionen je Temperaturbandbreite.*

*Die Informationen gemäß Pkt. 1 bis 3 können der Ausschreibung beigelegt werden, um dem Bieter Informationen zur voraussichtlichen Temperatursituation während der Baumaßnahme und damit zur Kalkulation der Zulagepositionen an die Hand zu geben.*

Alternativ zur beschriebenen Vorgehensweise können die Betonkubaturen für die einzelnen Temperaturbereiche auch abgeschätzt werden. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten größerer Differenzen zwischen Abschätzung und tatsächlich relevanten Betonkubaturen wird hierdurch jedoch größer.

**3.2 STLK-Position für massige Bauteile (Abmessung > 0,80 m) gemäß ZTV-W LB 215**

XXX 010	m <sup>3</sup>	Frischbetontemperatur einhalten	
		Zulage bei massigen Bauteilen (Abmessung > 0,80 m) für Aufwand zur Einhaltung der Frischbetontemperatur gemäß ZTV-W LB 215 an der Übergabestelle und an der Einbaustelle für die gesamte Bauzeit und alle Bauteile. Aufwand wird nur vergütet, wenn der Mittelwert MW3T der Tagesmitteltemperaturen vom Betoniertag und den beiden Vortagen mindestens +20,0 °C beträgt. Bestimmung der Tagesmitteltemperaturen gemäß Bauvertrag. Vergütung erfolgt nach am Betoniertag (0 bis 24 Uhr) eingebauten m <sup>3</sup> Frischbeton gemäß Betonlieferchein. Maßnahmen zur Einhaltung der Frischbetontemperatur nach Wahl des AN. Beibringung der aufbereiteten maßgeblichen Tagesmitteltemperaturen durch den AN gemäß Bauvertrag als Abrechnungsbasis.	
1.1		MW3T = 20,0 bis 20,9 °C	20,0-20,9
1.2		MW3T = 21,0 bis 21,9 °C	21,0-21,9
1.3		MW3T = 22,0 bis 22,9 °C	22,0-22,9
1.4		MW3T = 23,0 bis 23,9 °C	23,0-23,9
1.5		MW3T = 24,0 bis 24,9 °C	24,0-24,9
1.6		MW3T = 25,0 bis 25,9 °C	25,0-25,9
1.7		MW3T = 26,0 °C oder höher	ab 26,0
1.9		MW3T =	... Freitext ...

**4. Beispiel**

**4.1 Ermittlung der Vordersätze der Zulagepositionen**

Bei einer Baumaßnahme mit einer Bauzeit von 24 Monaten (Jan. 2008 bis Dez. 2009) werden insgesamt 35.000 m<sup>3</sup> massige Betonbauteile hergestellt. Vom Ausschreibenden ist zunächst abzuschätzen, welche Mengen in welchen Monaten eingebaut werden, Tabelle 3; Bild 1.

Anschließend werden die Einbaumengen über die jeweiligen Monate aufsummiert.

Im nächsten Schritt sind vom Ausschreibenden die Tagesmitteltemperaturen an der maßgeblichen Station des DWD für die letzten 10 Jahre zu beschaffen. Auf dieser Basis ist für die jeweiligen Monate die durchschnittliche Anzahl von Tagen zu ermitteln, an denen die Tagesmitteltemperatur innerhalb bestimmter Bandbreiten ab 20 °C gelegen hat.

Die Betonkubaturen, für die voraussichtlich Zulagen zu zahlen sind, ergeben sich durch Multiplikation der Gesamteinbaumengen gemäß Tabelle 4 (Summenzeile) mit der Anzahl der Tage, an denen die Tagesmitteltemperatur innerhalb bestimmter Bandbreiten gelegen hat (Tabelle 5), bezogen auf die Anzahl der Tage pro Monat (im Beispiel vereinfacht zu 30 Tagen angenommen).

Die Vordersätze der Zulagepositionen (Tabelle 6, Spaltenpaar) ergeben sich durch Aufsummieren der Betonkubaturen in den jeweiligen Temperaturbandbreiten. Sie sollten auf Grund der Unwägbarkeiten (tatsächliche Tagestemperaturen, Bauablauf etc.) aufgerundet werden.

2008 (Mengen in m³)											
Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0	0	1200	2100	3000	3000	2000	2500	3000	2000	1500	0
2009 (Mengen in m³)											
Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0	0	1500	2200	3000	3000	2000	1000	1000	1000	0	0

Tabelle 3: Abschätzung der monatlichen Einbaumengen in m³

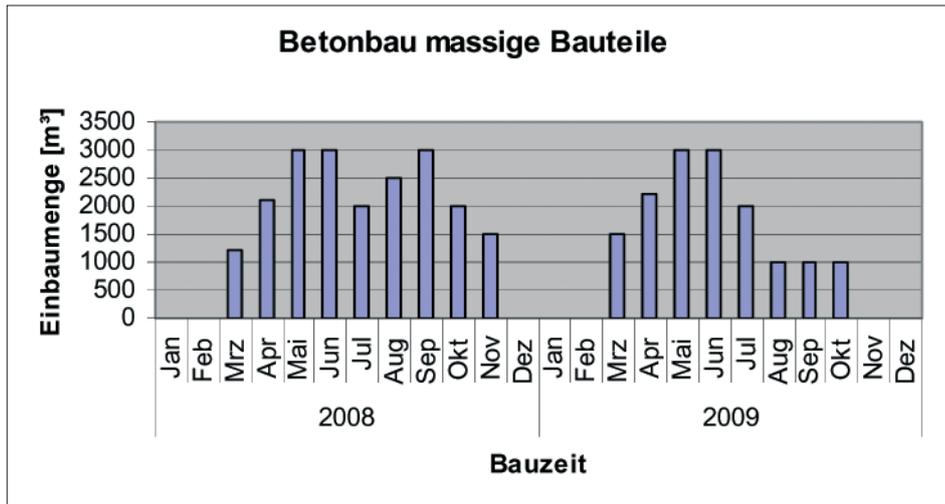


Bild 1: Grafische Darstellung der Einbaumengen gemäß Tabelle 1

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
2008	0	0	1200	2100	3000	3000	2000	2500	3000	2000	1500	0	20300
2009	0	0	1500	2200	3000	3000	2000	1000	1000	1000	0	0	14700
Σ	0	0	2700	4300	6000	6000	4000	3500	4000	3000	1500	0	35000

Tabelle 4: Aufsummierung der monatlichen Einbaumengen

TM	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
20,0 - 20,9	0	0	0	4	3	5	4	4	4	1	0	0
21,0 - 21,9	0	0	0	1	3	3	3	3	3	0	0	0
22,0 - 22,9	0	0	0	0	1	2	2	5	2	0	0	0
23,0 - 23,9	0	0	0	0	0	0	0	4	6	4	0	0
24,0 - 24,9	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	0	0
25,0 - 25,9	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0
26,0 - 26,9	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
27,0 - 27,9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabelle 5: Ergebnis der Auswertung der Tagesmitteltemperaturen über 10 Jahre

TM	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
20,0 - 20,9	0	0	0	573	600	1000	533	467	533	100	0	0	3807
21,0 - 21,9	0	0	0	143	600	600	400	350	400	0	0	0	2493
22,0 - 22,9	0	0	0	0	200	400	267	583	267	0	0	0	1717
23,0 - 23,9	0	0	0	0	0	0	533	700	533	0	0	0	1767
24,0 - 24,9	0	0	0	0	0	0	400	467	400	0	0	0	1267
25,0 - 25,9	0	0	0	0	0	0	267	467	0	0	0	0	733
26,0 - 26,9	0	0	0	0	0	0	133	233	0	0	0	0	367
27,0 - 27,9	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	117
													12267

Tabelle 6: Vordersätze für die Zulagepositionen in m³

Datum	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TM [°C]	19,0	21,0	23,0	24,8	26,2	25,8	27,0	25,0	23,1	21,8	18,7	19,1	20,4
MW3T [K]	18,9	19,4	21,0	22,9	24,7	25,6	26,3	25,9	25,0	23,3	21,2	19,9	19,4
Zulageposition Nr.			2	3	5	6	7	6	6	4	2		

Tabelle 7: Ermittlung MW3T und Zuordnung zu Zulagepositionen

Datum	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Einbaumenge in m <sup>3</sup>		400	400			300	400	250	200	100			200

Tabelle 8: Tagesbezogene Einbaumengen für massive Bauteile

Datum	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Σ
Zulagepos. Nr 1														0
Zulagepos. Nr 2			400											400
Zulagepos. Nr 3														0
Zulagepos. Nr 4										100				100
Zulagepos. Nr 5														0
Zulagepos. Nr 6						300		250	200					750
Zulagepos. Nr 7							400							400

Tabelle 9: Vordersätze in m<sup>3</sup> je Zulageposition

## 4.2 Abrechnung der Zulagepositionen

Das nachfolgende Beispiel zeigt den Abrechnungsweg für den 11. bis 23. Tag eines sehr heißen Sommermonats. Nach Beibringung der tatsächlichen Tagesmitteltemperaturen TM durch den Auftragnehmer gemäß Bauvertrag werden tabellarisch die Mittelwerte MW3T berechnet. Dies erfolgt zweckmäßigerweise mit einem geeigneten Tabellenkalkulationsprogramm. Anschließend erfolgt die Zuordnung der Werte MW3T zu den jeweiligen Zulagepositionen (hier Zulageposition Nr. 1 für MW3T = 20,0 °C bis 20,9 °C, Zulageposition Nr. 2 für 21,0 °C bis 21,9 °C usw. gemäß Abschnitt 3.2, Folgetexte).

Aus den Betonlieferscheinen ergeben sich für den jeweiligen Tag (0 bis 24 Uhr) die in Tabelle 8 dargestellten eingebauten tagesbezogenen Einbaumengen.

Abschließend müssen die eingebauten Mengen gemäß Tabelle 8 den jeweiligen Zulagepositionen gemäß Tabelle 7 zugeordnet werden. Durch Aufsummieren erhält man die abzurechnenden Vordersätze (Tabelle 9, Spaltensumme).

## 5. Literaturverzeichnis

- [1] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215), Ausgabe 2004; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [2] Standardleistungskatalog für den Wasserbau, Leistungsbereich 215: Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton, Ausgabe 2004; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [3] DAfStb-Richtlinie „Masssige Bauteile aus Beton“, Ausgabe 2005; Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)
- [4] Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen, Ausgabe 1999; Österreichischer Betonverein, Wien

Dr.-Ing. Ulrich Rode  
Wasserstraßen-Neubauamt Datteln  
Projektgruppe DEK-Nord  
Telefon: 02363 104-271  
E-Mail: Rode@wna-re.wsv.de

Dipl.-Ing. André Weisner  
Wasserstraßen-Neubauamt Magdeburg  
Telefon: 0391 535-2131  
E-Mail: A.Weisner@wna-md.wsv.de

BDir Dipl.-Ing. Andreas Westendarp  
Bundesanstalt für Wasserbau  
Abteilung Bautechnik  
Referat Baustoffe  
Telefon: 0721 9726-3290  
E-Mail: andreas.westendarp@baw.de

